

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭62-185545

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 21/16  
21/00

識別記号

庁内整理番号

M-7154-5H  
7154-5H

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月13日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 回転電機

⑮ 特 願 昭61-23957

⑯ 出 願 昭61(1986)2月7日

⑰ 発 明 者 井 上 浩 一 横浜市鶴見区末広町2丁目4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
⑲ 代 理 人 弁 理 士 井 上 一 男

明 細 書

1. 発明の名称

回 転 電 機

2. 特許請求の範囲

(1) 電機子巻線が電機子鉄心の半閉スロットに収められ、電機子鉄心あるいは同磁子の界磁磁極がスキューされる回転電機において、電機子鉄心のティースの同磁子に対向する面にM個(Mは0又は偶数)の隙を設け、電機子鉄心のスロット数 $N_s$ とティースの隙数Mと極数Pとの間に $N_s \times (M+1)/P = n/m$  ( $n$ と $m$ とは互いに素なる整数で $m > 1$ )なる関係がある時 $S = 4/n$  ( $1 \leq n < m$ で $n$ は整数)にて求められるSスロット分のスキューをさせたことを特徴とする回転電機。

(2) 相数を3とし、 $N_s \times (M+1)/3P = j/k$  ( $j$ と $k$ は互いに素なる整数)で示されるとき、 $k$ が割り切れず、かつ $m$ が最も大きな値となる様にスロット数 $N_s$ を選んだことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の回転電機。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は電機子巻線が半閉溝の電機子鉄心に収められ、電機子鉄心あるいは界磁磁極がスキューされる例えばACサーボモータに用いられる永久磁石回転電機等の回転電機に関するものである。

〔従来の技術〕

小中容量の誘導機、同期機等では、従来からコイル収め及び固定方法の簡単な半閉溝の電機子鉄心が多く用いられている。この様な半閉溝の鉄心を用いるとその開口部の影響により磁気回路のバースミスが顕著するいわゆるスロットリップルが発生する。このスロットリップルは、コギングトルクや誘起電圧の高調波成分として現われ、性能を悪化させる原因となっている。近年、ロボットや工作機械の駆動装置として使用される様になってきたACサーボモータにおいては、回転リップルやトルクリップルの少なさが重要な要素となっており、特にスロットリップルの低減が望まれている。

このACサーボモータにおいては、永久磁石を用

いた同期機形のモータが主流で、通常、第5図に示す様に同軸上に取付けられた円筒状の界磁鉄心(1)の外周面に複数個の永久磁石(2)を貼付け磁極を形成した回転子と、このまわりに設けられた半閉スロットの電機子鉄心に電機子巻線(3)を収めた固定子とからなっている。この様な構成のサーボモータでは通常、電機子鉄心に1スロット分のスキューを施し、スロットリップルを低減する事が有効となっている。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

以上の様にスロットリップル低減のためには、1スロット分のスキューを施すのが有効であるが、このスキューには次の様な問題点がある。第1に静用鉄心のスロット内面が段々状になりスロット面積が減少し、占拠率が高くなり、巻線の挿入作業性が悪化する。第2にインポリュート曲線状に巻線を描入しなければならないため作業性が悪化する。第3には巻線長が長くなるため電機子銅損が増加する。又界磁の永久磁石をスキューする場合には、スキュー量に応じて磁石成形型を数多く用意す

る必要があり、又、軸方向長さの短い扁平形のモータでは、スキュー角度が大きき製作が困難である。

以上の様な問題があるため、スキュー量は少なく、1スロット分のスキューができるスロット数の多い電機子鉄心を採用すれば良いが、巻線の巻回数の低下やティース部の幅寸法の減少等の設計上の制約や製造上の問題、作業性やコスト面等により、スロット数を増加できない場合が多い。

本発明は以上の様な事情に鑑みなされたもので、スロット数を増加させることなく、スキュー量を低減することができる回転電機を提供することを目指す。

#### 〔問題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明においては、電機子巻線が電機子鉄心の半閉スロットに収められ、電機子鉄心あるいは回転子の界磁磁極がスキューされる回転電機において、電機子鉄心のティースの回転子に対向する面にM個(Mは0又は偶数)の溝を設け、電機子鉄心のスロット数 $N_s$ とティースの歯数Mと極数Pとの間に $N_s \times (M+1)/P = n/m$

- 3 -

(nとmとは互いに素なる整数で $m > 1$ )なる関係がある時 $s = \ell/n$ ( $1 \leq \ell < m$ で $\ell$ は整数)にて求められるsスロット分のスキューをさせることを特徴とするものである。

#### 〔作用〕

上記の様な手段を施すことにより、各磁極の中心線の分布が、1スロットピッチに亘って均一に分布することになり、1スロット分より少ないsスロット分のスキューでスロットリップルの影響を除去できる。

#### 〔発明の実施例〕

##### 実施例1

以下、本発明の第1の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は、本実施例による4極の永久磁石回転電機の断面を示す説明図で巻線は1スロット分だけ示し、他は図の簡便化の為、省略してあるが第5図と同様のものである。第1図において、(1)は界磁鉄心、(21)~(24)は磁極を構成する永久磁石、(3)は電機子鉄心、(51)~(59)はティースで、スロ

ット数 $N_s = 9$ 、極数 $P = 4$ であり、m、nを互に素なる整数とすると、 $N_s/P = n/m = 9/4$ である。この様な断面の回転電機において、 $S = \ell/n = \ell/4$ ( $1 \leq \ell < m$ 、 $\ell$ は整数)にて求められるsスロット分のスキューを行なう。すなわち、1/4、1/2あるいは3/4スロット分のスキューを行なうことになる。

次にこの第1の実施例の作用について説明する。

これは第1図の回転電機で1/4スロットのスキューを行なった場合を示す。第2図(a)において、破線は永久磁石(21)~(24)の磁極中心線を示し、実線はティース(51)~(59)の中心線を示している。第2図(a)における第1図の位置関係は端部“A”に相当し、軸方向の反対側の端部“B”では1/4スロット分だけ実線と破線の相対位置関係がずれる様にスキューされている。第2図(b)は、第2図(a)の磁極中心線(破線)の分布を、1ティースピッチ上に示したもので、各永久磁石(21)~(24)の磁極中心線は、矢印で示した幅の中に分布し、4極トータルでは丁に示した様に1ティースピッ

テ上に均一に分布する。しかも、4極トータルの分布では回転子がどの位置にあっても一定であるため、磁気抵抗の変化はトータルで一定となる。すなわち 1/4 スロット分のスキューにより、スロットリップルを打ち消すことが可能である。第3図は第1図の回転電機で 1/2 スロットのスキューを行なった場合の説明図で、第2図同様に第3図(a)は、磁極(縦線)とティース(実線)の相対位置関係を示し、第3図(b)は 1 ティースピッチ上の磁極の分布を示している。第3図(b)の4極トータルの分布Tは、やはり1 ティースピッチ上に均一に分布し、しかも回転子の位置に依存しないため、磁気抵抗の変化はトータルで一定となる。すなわち、1/2 スロット分のスキューにより、スロットリップルを打ち消すことが可能である。又、1/2 スロットのスキューの場合、1 ティースピッチ上に極が2 回現れて分布するため、磁極やティースの幾何学的なズレ等の誤差に対し、1/4 スロットのスキューより有利であるが、反面、スキュー量は2 倍となる。さらに図示していないが、3/4

スロットのスキューの場合も同様に説明でき、1/4、1/2、3/4 スロット分のスキューのいずれの場合も、従来の1 スロット分のスキューより少ないスキュー量で、スロットリップルの影響を排除することが可能である。

以上は、9 スロットの電機子鉄心と4 極の界磁の例であるが、一般にスロット数 $N_s$ と極数 $P$ との間に  $N_s/P = n/m$  ( $n$  と  $m$  とは互いに異なる整数で  $m > 1$ ) なる関係がある時、 $S = 1/m$  ( $1 \leq m < m$ ;  $m$  は整数) で示される  $S$  スロット分のスキューを実施すれば、第2図、第3図と同様に1 ティースピッチ上に各極トータルの磁極中心線が均一に分布し、スロットリップルの影響を排除することが可能である。第1表はスロット数 $N_s$ が6~36、極数 $P$ が2、4、6、8 の場合の $m$ の値と、3相電機子巻線を収めた場合の1 相1 個当りのスロット数 $q$ の値をまとめたものである。第1表中の☆印は一般的によく用いられる $q$ が整数となる整数値を示したもので、この場合、 $m$ の値は全て1 となり、最低1 スロット分のスキューをしない限り、

- 7 -

- 8 -

表 - 1

$N_s$	2 極		4 極		6 極		8 極	
	$m$	$q$	$m$	$q$	$m$	$q$	$m$	$q$
6	☆1	1	2	1/2	1	1/3	4	1/4
7	2	1 1/6	4	7/12	6	7/18	8	7/24
8	1	1 1/3	1	2/3	3	4/9	1	1/3
9	○2	1 1/2	○4	3/4	○2	1/2	○8	3/8
10	1	1 2/3	2	5/6	3	5/9	4	5/12
11	2	1 5/6	4	11/12	6	11/18	8	11/24
12	☆1	2	☆1	1	1	2/3	2	1/2
13	2	2 1/6	4	1 1/2	6	13/18	8	13/24
14	1	2 1/3	2	1 1/6	3	7/9	4	7/12
15	○2	2 1/2	○4	1 1/4	2	5/6	○8	5/8
16	1	2 2/3	1	1 1/3	3	8/9	1	2/3
17	2	2 5/6	4	15/12	6	17/18	8	17/24
18	☆1	3	2	1 1/2	☆1	1	4	3/4
19	2	3 1/6	4	1 7/12	6	1 11/18	8	19/24
20	1	3 1/3	1	1 2/3	3	1 1/9	2	5/6
21	○2	3 1/2	○4	1 3/4	2	1 1/6	○8	7/8
22	1	3 2/3	2	1 5/6	3	1 2/9	4	11/12
23	2	3 5/6	4	1 11/12	6	1 5/18	8	23/24
24	☆1	4	☆1	2	1	1 1/3	☆1	1
25	2	4 1/6	4	2 1/12	6	1 7/18	8	1 1/24
26	1	4 1/3	2	2 1/6	3	1 5/9	4	1 1/12
27	○2	4 1/2	○4	2 1/4	○2	1 1/2	○8	1 1/8
28	1	4 2/3	1	2 1/3	3	1 5/9	2	1 1/6
29	2	4 5/6	4	2 5/12	6	1 11/18	8	1 5/24
30	☆1	5	2	2 1/2	1	1 2/3	4	1 1/4
31	2	5 1/6	4	2 7/12	6	1 13/18	8	1 7/24
32	1	5 1/3	1	2 2/3	3	1 7/9	1	1 1/3
33	○2	5 1/2	○4	2 3/4	2	1 5/6	○8	1 3/8
34	1	5 2/3	2	2 5/6	3	1 8/9	4	1 5/12
35	2	5 5/6	4	2 11/12	6	1 17/18	8	1 11/24
36	☆1	6	☆1	3	☆1	2	2	1 1/2

以下空白

## 実施例2

第4図は本発明の第2の実施例を示す図で、第1図の実施例と異なる点は、電機子鉄心3のティース(51)～(50)のギャップに対向する面に2個の溝部を設けてある点である。この2個の溝部は、ティースでの磁気抵抗の変化を均一に3等分する様にして設け、見かけ上9スロットの鉄心が、27スロットの鉄心と同様の磁気抵抗の変化をする様にしたものである。このため、9スロットの鉄心で最低1/4スロット分のスキューが必要であったものが、27スロットの鉄心での1/4スロット分のスキュー量に低減される。一般にティースでの磁気変化を均一に奇数個に分割するための偶数個(M個)の溝を設けることにより、スロット数 $N_S$ の鉄心が見かけ上 $N_S \times (N+1)$ スロットと同様になり、スキュー量を低減することが可能となる。

そして、 $M=0$ の場合が実施例1に相当することになる。

## 【発明の効果】

以上説明した様に、本発明によればスロット数

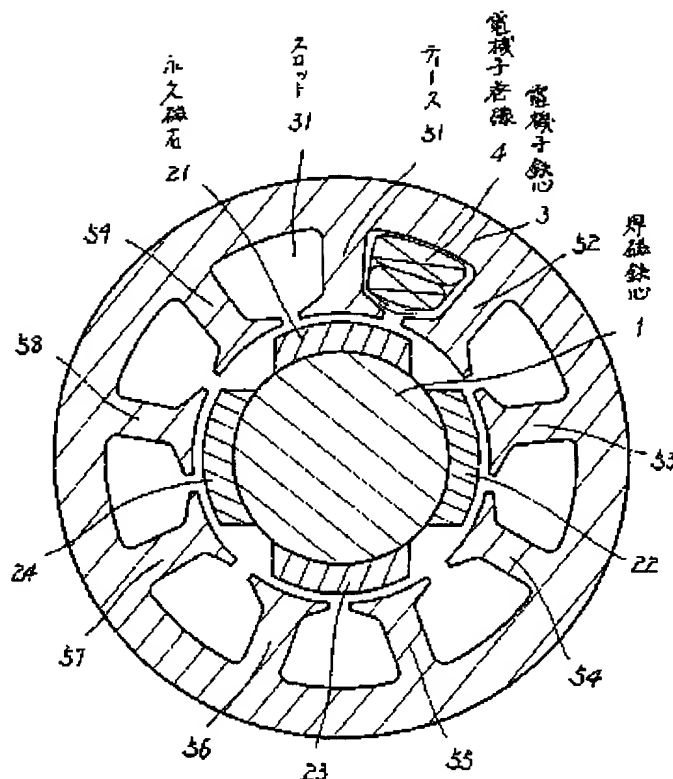
$N_S$ と極数 $P$ とティースに設けた偶数 $M$ ( $M$ は0又は偶数)との間に $N_S \times (N+1)/P = n/m$ ( $n$ と $m$ とは互いに素なる整数で $m > 1$ )なる関係があるとき、 $S = \ell/m$ ( $1 \leq \ell < m$ ;  $\ell$ は整数)にて求められる $S$ スロット分のスキューを実施することにより、1スロット分より少ない $S$ スロット分のスキューでスロットリップルの影響を除去できる。

このため、スロット数を大幅に増加させることなく、スキュー量を低減できる回転電機を得ることができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の概略を示す横断面図、第2図、第3図は第1の実施例の作用を示す説明図、第4図は第2の実施例の概略を示す横断面図、第5図は従来の回転電機の概略を示す横断面図である。

- 1…界磁鉄心、
- 2, 21, 22, 23, 24…永久磁石、
- 3…電機子鉄心、
- 4…電機子巻線、
- 5, 51～59…ティース、
- 6…溝。



第1図

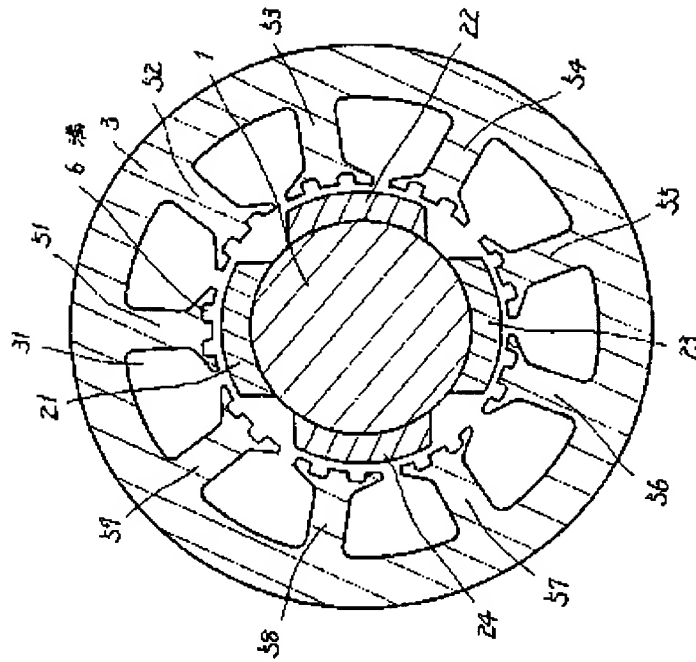


图 4

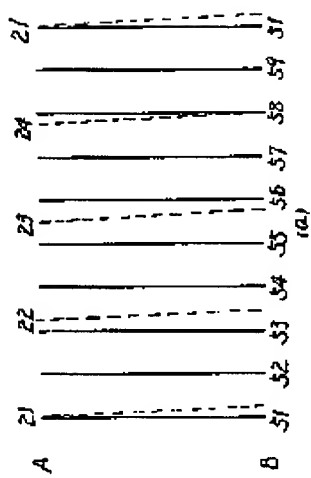


图 2

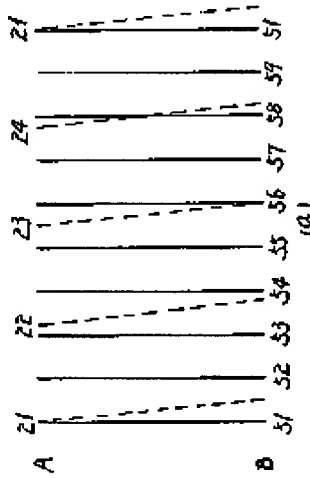
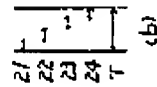
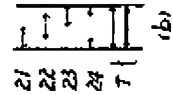
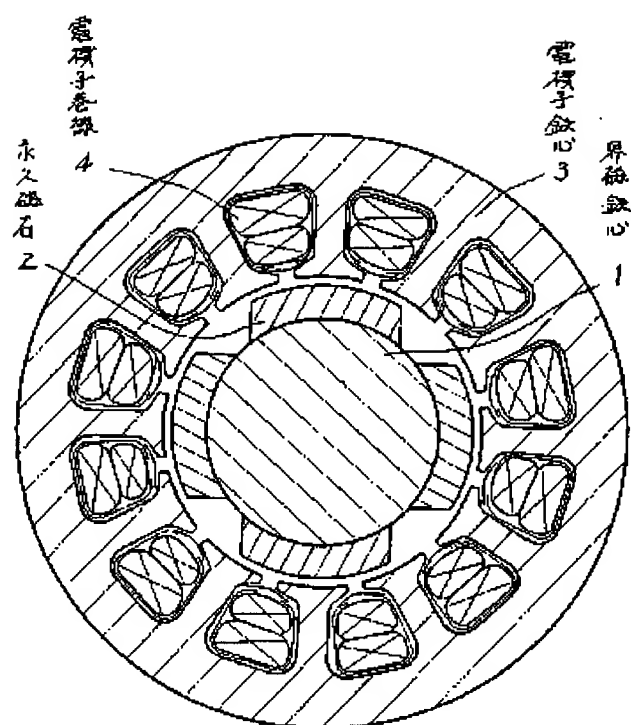


图 3





第 5 図

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 61 年特許願第 23957 号 (特開昭 62-185545 号, 昭和 62 年 8 月 13 日 発行 公開特許公報 62-1856 号掲載) については特許法第17条の2の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 7 ( 4 )

Int. Cl. <sup>1</sup>	識別記号	庁内整理番号
H02K 21/16 21/00		M-7052-5H 7052-5H

5. 補正の対象

- (1) 明細書の特許請求の範囲の欄
- (2) 明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

- (1) 別紙の通り
- (2) 本願明細書第7頁第12行目に記載した「依存しない」を「依存しない」と訂正する。

以 上

平成 2.10.-2 発行

手 続 補 正 書 (自発)

平成 2 年 6 月 18 日



特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和61年 特 許 願 第023957号

2. 発明の名称

回 転 電 機

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(307) 株 式 会 社 東 芝

4. 代 理 人

〒144  
東京都大田区蒲田4丁目41番11号  
第一途野田ビル  
大畑特許事務所内  
電話736-3558

(8173) 弁 理 士 大 畑 典 夫



特許請求の範囲

(1) 電機子巻線が電機子鉄心の半閉スロットに収められ、電機子鉄心あるいは回転子の界磁磁極がスキュされる回転電機において、電機子鉄心のティースの回転子に対向する面にM個(Mは0又は偶数)の溝を設け、電機子鉄心のスロット数Nsとティースの溝数Mと極数Pとの間に $Ns \times (M+1)/P = n/m$  (nとmとは互いに素なる整数で $m > 1$ ) なる関係がある時  $S = P/m$  (1 ≤ l < mでlは整数) にて求められるSスロット分のスキュをさせたことを特徴とする回転電機。

(2) 相数を3とし、 $Ns \times (M+1)/3P = j/k$  (jとkは互いに素なる整数) で示されるとき、kが3で割り切れず、かつmが最も大きな値となる様にスロット数Nsを選んだことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の回転電機。

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-185545

(43)Date of publication of application : 13.08.1987

(51)Int.Cl.

H02K 21/16  
H02K 21/00

(21)Application number : 61-023957

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 07.02.1986

(72)Inventor : INOUE KOICHI

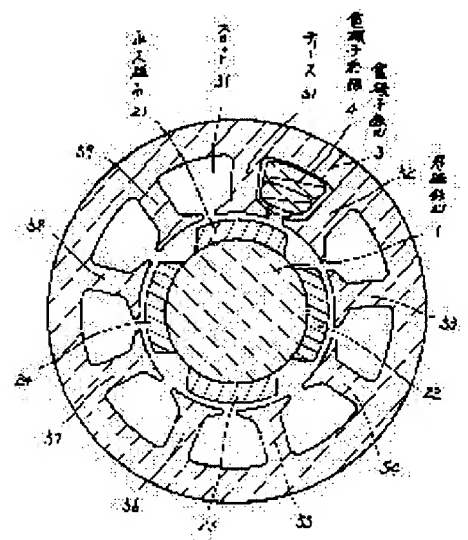
## (54) ROTARY ELECTRIC MACHINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce a skew amount without increasing the number of slots by performing the skew of S slots obtained by  $S=l/m$  ( $l$  is integer number in case of  $1 \leq l \leq m$ ) when the relation of  $NS \times (M+1)/P = n/m$  ( $n, m$  are integer numbers) holds among the number of slots ( $NS$ ) and the number of poles ( $P$ ), and the number of grooves ( $M$ ) provided on tees.

**CONSTITUTION:** A 4-pole permanent magnet rotary electric machine is composed of a field core 1, permanent magnets 21~24, an armature core 3, an armature winding 4, and tees 51~59, etc. In the rotary poles having 9 of the number  $NS$  of slots 31, 4 of the number  $P$  of poles and  $NS/P = n/m = 9/4$ , the S slots obtained by  $S=l/m=l/4$  (where  $l$  is integer number in case of  $1 \leq l < m$ ) are skewed.

Thus, when 1/4 slots is, for example, skewed, the positional relationship between the pole center line of permanent magnets 21~24 and the center line of the tees 51~59 is so skewed that 1/4 slot is displaced at the end of the axially opposite side, the pole center line is uniformly distributed on a tee pitch to reduce a slot ripple.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the



examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office